

El pH urinario, el pH en el estiércol y la temperatura rectal como indicadores de hipocalcemia, acidosis ruminal o infecciones uterinas en vacas en transición

José Francisco Sierra Méndez

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
Noviembre, 2005

**El pH urinario, el pH en el estiércol y la temperatura rectal
como indicadores de hipocalcemia, acidosis ruminal o
infecciones uterinas en vacas en transición**

Proyecto especial presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo
en el grado académico de licenciatura

Presentado por:

José Francisco Sierra Méndez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2005

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas que reserven los derechos de autor

José Francisco Sierra Méndez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2005

**El pH urinario, el pH en el estiércol y la temperatura rectal como
indicadores de hipocalcemia, acidosis ruminal o infecciones uterinas en
vacas en transición**

Proyecto especial

Presentado por:

José Francisco Sierra Méndez

Aprobado por:

Miguel Vélez, Ph.D.
Asesor Principal

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Coordinador de Área Temática
Zootecnia

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Asesor

Abelino Pitty, Ph.D.
Director Interino de la Carrera
Ciencia y Producción
Agropecuaria

Isidro Matamoros, Ph.D.
Asesor

George Pilz, Ph.D.
Decano

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A Dios por sus bendiciones y apoyo en todas las etapas de mi vida.

A mis padres y hermanas por haber confiado en mi por todo el cariño y el apoyo que me han dado en los buenos y malos momentos.

A mi novia por su amor y cariño, por su comprensión y apoyo en todo momento.

A mis dos querido abuelos (Q.E.P.D) Cristóbal y José que aunque ya no estén con nosotros, espiritualmente lo han estado, que Dios los tenga en su gloria.

A mis queridas Abuelas Ana Rosa y María por sus consejos y bendiciones

A mis tíos y primos por toda la armonía y unión que ha existido en la familia.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por estar conmigo siempre y por el apoyo que me ha dado ante la adversidad.

A mis padres y hermanas por el amor, cariño y apoyo en todos los aspectos de mi vida.

A mi novia por su amor y comprensión.

A mi familia Abuelas, Tíos y Primos por haber confiado en mi y por su compañía.

A todo el personal del establo de zamorano que participaron en la elaboración de este estudio.

A todos mis amigos y amigas en Zamorano que hemos vivido y compartido 4 años de nuestras vidas.

Al Dr. Vélez, Dr. Hincapié y al Ing. Agr. Héctor Cuestas por el apoyo intelectual y moral para llevar a cabo este estudio y por ser un ejemplo a seguir.

RESUMEN

Sierra Méndez, J.F. 2005. El pH urinario, el pH en el estiércol y la temperatura rectal como indicadores de hipocalcemia, acidosis ruminal o infecciones uterinas en vacas en transición. Proyecto especial de Ingeniero agrónomo en Ciencia y Producción Agropecuaria, E.A.P., El Zamorano, Honduras. 14 p.

El objetivo del estudio fue determinar si el pH en la orina, pH en el estiércol y la temperatura rectal son buenos indicadores de hipocalcemia, acidosis ruminal e infecciones uterinas respectivamente. Se utilizaron 40 vacas Holstein, Jersey, Pardo Suizo y sus cruces. Se midió el pH de 73 muestras de orina a los días 10, 7 y 3 antes del parto, que osciló entre 6.4-8.5 con un promedio de 7.9. Después del parto el pH en la orina en los días 7, 14, 21 y 28 osciló entre 5.1-8.5 con un promedio de 7.6. El balance catión-anión de la dieta fue bastante alto con 26.06 por un exceso de K y Na. Bajo las condiciones del estudio no se pudo determinar si el pH en la orina es buen indicador de hipocalcemia debido a que no se presentaron casos. El pH en el estiércol antes del parto osciló entre 6.3-7.0 con un promedio de 6.6. La incidencia de acidosis ruminal fue nula por lo cual no se pudo evaluar el uso del pH como indicador de acidosis. Después de parto el pH osciló entre 5.1-6.9 con un promedio de 6.3. Para la determinación de infecciones uterinas se midió la temperatura rectal diariamente los primeros 10 días pos parto. Se presentaron 9 vacas con infecciones uterinas entre las cuales el 89% presentó temperatura alta, es decir mayor a 39.5 °C, el 11% de las vacas enfermas no presentó temperatura alta. Se concluye que la temperatura rectal en los primeros 10 días pos parto es un buen indicador de infecciones uterinas.

Palabras clave: Balance catión-anión, Calcio, desordenes metabólicos, medición.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Hoja de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	viii
Índice de anexos.....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
2.1 Localización.....	3
2.2 Animales.....	3
2.3 Variables.....	3
2.4 Monitoreo de pH en la orina y estiércol.....	3
2.5 Medición de la temperatura rectal.....	4
2.6 Revisión pos parto.....	4
2.7 Análisis Estadístico.....	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
3.1 pH en la orina antes del parto.....	5
3.2 pH en la orina después del parto.....	6
3.3 Cálculo del Balance de Catión y Anión en la Dieta (BCAD).....	6
3.4 pH en las heces.....	7
3.5 Temperatura rectal.....	7
4. CONCLUSIONES.....	9
5. RECOMENDACIONES.....	10
6. BIBLIOGRAFÍA.....	11

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Rangos y distribución de pH en la orina antes del parto	5
2.	Niveles de pH en la orina que predicen el estado del calcio de vacas en el pre y pos parto.....	5
3.	Rangos y distribución de pH en la orina pos parto.....	6
4.	Balance de Cation y Anión en los componentes de la dieta de vacas en transición.....	6
5.	Porcentaje de calcio en el ensilaje, heno y concentrado en dietas de transición en Zamorano.....	7
6.	Temperatura en los primeros 10 días pos parto.....	7
7.	Temperatura en vacas con y sin infección uterina en los días 1 a 5 y 1 a 10 pos parto.....	8

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Peso atómico, valencia y mili equivalente de los iones, utilizados para el cálculo del BCAD en el concentrado..... 13
2. Niveles normales y críticos en la patología habitual en vacuno lechero (% sobre animales en producción)..... 13
3. Contenido y mili equivalente de los iones, utilizados para el cálculo del BCAD en los componentes de la dieta de vacas en transición..... 14

1. INTRODUCCIÓN

El manejo y la nutrición de las vacas en transición es fundamental para garantizar una buena salud, incrementar la eficiencia reproductiva y optimizar la producción de leche de la siguiente lactación (Heinrichs 1996).

Cerca del parto el consumo de alimento puede ser 10 a 25% menor que al inicio del período seco; después del parto el consumo permanece bajo y se incrementa gradualmente en las primeras semanas, dependiendo de la composición de la ración. La baja capacidad de consumo y la alta demanda de nutrientes para la síntesis de leche genera un Balance Energético Negativo (BEN), cuya intensidad y duración tienen una relación muy estrecha con los disturbios metabólicos y reproductivos (De Luca 2000).

Hipocalcemia es un desorden metabólico que se desencadena debido a que los mecanismos homeostáticos que regulan la absorción de calcio son sobrepasados por los altos requerimientos al iniciarse la lactancia. Entre los factores relacionados con este trastorno los más gravitantes son: gran demanda de calcio para las contracciones de la musculatura uterina y de la prensa abdominal, excreción de calcio en el calostro y leche, disminución de la capacidad de absorción de calcio a nivel intestinal y movilización lenta de calcio desde la matriz ósea (Holmes *et al.* 2001).

Las hormonas calcitónicas, Parathormona (PTH) y 1,25(OH)₂ D₃ (vitamina D₃), interactúan incrementando la entrada de calcio a la sangre; un descenso del calcio sanguíneo estimula a la glándula paratiroides para aumentar la síntesis y liberación de la hormona PTH, la que actúa sobre las células de la matriz del hueso, liberando calcio a la sangre y a la vez induce la activación de la vitamina D₃ que facilita la absorción de calcio y fósforo en el intestino y su deposición en los huesos, Cuando la concentración de calcio aumenta, disminuye la producción de PTH y de vitamina D₃ (Holmes *et al.* 2001).

El balance o diferencia catión-anión (BCAD) es la relación de cationes (minerales con carga positiva) y los aniones (con carga negativa) que determinan el pH de una solución (Vélez *et al.* 2002). El BCAD es un concepto relativamente nuevo en la nutrición de vacas lecheras y en la formulación de dietas. Es expresado en mili equivalentes (meq) como $[(Na+K+Ca+Mg) - (Cl+S+P)] / 100$ g MS; debido a la escasa información de la biodisponibilidad del Ca, Mg y P se ha limitado su inclusión en la ecuación (Beede y Tucker 1991). Mogln (1981) sugiere que bajo ciertas circunstancias el BCAD puede ser expresado como $(Na + K) - Cl$, pero Beede y Tucker (1991) demostraron que el efecto del azufre sobre el estado sistémico ácido-base en vacas lactantes, es similar al del cloro y que el BCAD se puede calcular como $meq [(Na+ K) - (Cl + S)] / 100$ g de materia seca.

Cuando se suministra una dieta con Diferencia de Cation y Anion (DCAD) negativa a vacas secas al final de la gestación, se produce la entrada de un exceso de aniones en el organismo; la necesidad fisiológica de mantener la electro neutralidad hace que se liberen cationes (H^+) para neutralizar los aniones, provocando un descenso del pH y como consecuencia la acidificación de la orina. La incidencia de la hipocalcemia es del 50% cuando la dieta tiene un balance catiónico-aniónico positivo, y de 0%, cuando poseen un balance negativo (De Blas y García 1997).

La fiebre es una elevación de la temperatura corporal sobre la normal. En el ganado, la temperatura rectal normal es de 38.0 a 39.5 °C. Vacas afectadas por infecciones uterinas frecuentemente tienen fiebre de 40.0 a 41.0 °C. Pero hasta en condiciones normales, en vacas sanas la temperatura puede variar 0.5°C, aumenta durante el día y disminuye por la noche. Además los cambios pueden estar relacionados a estrés medioambiental y al ciclo reproductivo, las vacas sufren estrés por calor cuando su temperatura rectal supera los 39.5°C como consecuencia su frecuencia respiratoria es mayor a 80 respiraciones por minuto, la ingestión de materia seca disminuye un 10% o más y la producción desciende igualmente (Richard 2002).

De todos los factores del medio ruminal el pH es el más susceptible a variación y la ración es el factor más determinante de los cambios. El pH normal-óptimo en el rumen oscila entre 6.2 y 6.8 pero puede llegar hasta 5.2-6.2 que es característico de acidosis metabólica lo que causa una disminución del pH sanguíneo el cual puede causar la muerte (Gingins 2004).

El grado de acidosis ruminal se puede determinar por medio de la medición del pH del licor ruminal, pero esto además de ser costoso requiere de un buen dominio de la técnica, por lo que pruebas como la medición del pH en las heces podría resultar más práctica y económicas (Lagos 2004). Mediante la medición del pH en la orina se puede determinar que vacas están más propensas a presentar cuadros de hipocalcemia, si el pH esta arriba de 8.5 significa que existe un alto riesgo de hipocalcemia en el período pos parto. Por otra parte el monitoreo de la temperatura rectal en los primeros días pos parto es un buen indicador de posibles infecciones uterinas.

El objetivo del estudio fue determinar si el pH en la orina y en el estiércol y la temperatura rectal sirven como indicadores de hipocalcemia y acidosis ruminal e infecciones uterinas respectivamente.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en la unidad de ganado lechero del Zamorano, ubicada en el Valle del Yeguaré a 32 km de Tegucigalpa 14° Norte y 87° Oeste, a una altura de 800 msnm con una precipitación promedio anual de 1100mm y una temperatura promedio anual de 24°C.

2.2 ANIMALES

Se utilizaron 40 vacas y vaquillas en transición de las razas Holstein, Jersey Pardo Suizo y sus cruces que parieron entre enero y junio de 2005

2.3 VARIABLES

Se determinaron las siguientes variables:

- pH en la orina
- pH en el estiércol
- temperatura rectal
- vacas con hipocalcemia
- vacas con acidosis ruminal
- vacas con infecciones uterinas

2.4 MONITOREO DE pH EN LA ORINA Y ESTIÉRCOL

En las vacas y vaquillas se buscó tomar tres muestras en los días 10, 7 y 3 antes del parto. Debido a que la fecha posible del parto no fue exacta de modo que se aseguró tener por lo menos dos muestras de orina y estiércol por vaca. Después del parto se monitoreó el pH de la orina y del estiércol a los 7, 14, 21 y 28 días.

El pH en la orina se midió en las mañanas de 4:00 a 6:00 am. Mediante un masaje abajo de la vulva se estimuló la vejiga de la vaca, se recolectó la orina y se midió el pH con un medidor automático de pH de marca HANNA con precisión de ± 0.1 pH.

El pH del estiércol se midió igualmente en las mañanas de 4:00 a 6:00 am. Las muestras de estiércol fueron tomadas del recto de la vaca, luego se colocaron en frascos estériles, y se mezclaron con agua destilada para luego introducir el medidor de pH.

2.5 MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA RECTAL

La temperatura rectal de las vacas pos parto se midió diariamente durante los primeros 10 días después del parto en las mañanas de 4:00 a 6:00 am.

2.6 REVISIÓN POS PARTO

La primera se realizó a los 15 días y las siguientes a los 30 y 40 días con el fin de determinar la presencia de infecciones uterinas.

2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron correlaciones entre el pH en la orina, el pH en las heces y la temperatura rectal. Los datos se analizaron mediante el programa estadístico SPSS 13.0 (Statistical Package for the Social Sciences) (2002) con un nivel de significancia de $P < 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 pH EN LA ORINA ANTES DEL PARTO

Se midió el pH de 73 muestras de orina antes del parto. Algunas muestras no fueron tomadas ya que las vacas parieron antes de la fecha estimada. El pH en la orina antes del parto osciló entre 6.4-8.5 con un promedio de 7.9 (Cuadro 1).

De acuerdo a Beede y Tucker (1991) (Cuadro 2), este resultado indica que las vacas están en un estado de alcalosis por lo cual el estatus de calcio es bajo en el organismo y hay probabilidad de hipocalcemia en el pos parto.

Cuadro 1. Rangos y distribución de pH en la orina antes del parto

Rango de pH	Días antes del parto					
	10	%	7	%	3	%
< 7	0	0	1	3.7	0	0
7-7.5	1	3	3	11.1	4	30.8
7.6-8	17	51.5	8	29.6	5	38.5
8.1-8.5	15	45.5	15	55.6	4	30.8
Total	33		27		13	

Cuadro 2. Niveles de pH en la orina que predicen el estado del calcio de vacas en el pre y pos parto.

Ración DCAD*	Pre parto		Pos parto
	pH orina	Estatus ácido-base	Estatus del calcio
Positivo	7.1 a 8	Alcalosis	Bajo calcio
Negativo	6 a 7	Acidosis metabólica	Calcio Normal
	Debajo de 5.5	crisis	

* Diferencia de Cation y Anion en la Dieta (DCAD)

Fuente: Beede D. Tri-State Nutrition Conference, (1991)

Según Holmes *et al.* (2001) si el pH en la orina esta sobre 8.0 significaría un alto riesgo de hipocalcemia, si el pH esta entre el rango 7.0-8.0 es óptimo y si el pH esta debajo de 7.0 es

considerado bajo. El pH en la orina que se considera bajo representó el 1.3 % de las muestras, el rango óptimo de pH de 7.0-8.0 el 52% y lo que se considera un pH alto de 8.1-8.5 representó el 46.5%

3.2 pH EN LA ORINA DESPUÉS DEL PARTO

Se midieron 160 muestras, 4 por vaca, en los días 7, 14, 21 y 28 pos parto. El pH en la orina en el pos parto osciló entre 5.1-8.5 con promedio de 7.6.

Cuadro 3. Rangos y distribución de pH en la orina pos parto

pH	Días después de parto							
	7	%	14	%	21	%	28	%
< 7	7	17.5	3	7.5	3	7.5	1	2.5
7-7.5	6	15	6	15	4	10	7	17.5
7.6-8	18	45	20	50	24	60	23	57.5
8.1-8.5	9	22.5	11	27.5	9	22.5	9	22.5
Total	40		40		40		40	

En el pos parto la frecuencia de muestras con un pH superior a 8.1 disminuyó al 23% del total de muestras y las muestras con un pH menor a 7.0 aumentó de 1% a 8% en comparación con el de muestras en el pre parto; el rango óptimo de pH de 7.0- 8.0 aumentó de 52% a 67.5%.

3.3 CÁLCULO DEL BALANCE DE CATIÓN Y ANIÓN EN LA DIETA (BCAD)

El análisis del Balance de Catión y Anión en la Dieta (BCAD) fue positivo (Cuadro 4), debido a que no se proporcionaron a las vacas sales aniónicas. El BCAD en el concentrado, ensilaje de maíz y heno (Anexo 3), es bastante alto, lo que indica que la dieta tiene altas concentraciones de cationes principalmente K y Na.

Cuadro 4. Balance de Catión y Anión en los componentes de la dieta de vacas en transición.

Mineral	% en la Dieta	BCAD*
K	1.611	41.31
Na	0.029	1.24
Cl	0.125	3.57
S	0.2069	12.93
Total		26.06

*Balance entre Catión y Anión en la Dieta

A pesar de que el BCAD es bastante alto en el establo de Zamorano los desordenes metabólicos típicos de las dietas altas en cationes como fiebre de leche y retención de placenta, no son frecuentes ya que el nivel bajo de calcio en la dieta de 0.38% (Cuadro6),

estimula la actividad de las hormonas calcitricas, Paratohormona (PTH) y 1,25(OH)₂ D3 (vitamina D3), que incrementan la entrada de calcio a la sangre.

La explicación a esta baja incidencia es el bajo nivel de Calcio que se maneja en las dietas pre parto de 0.38 % de Ca.

Cuadro 5. Porcentaje de calcio en el ensilaje, heno y concentrado en dietas de transición en Zamorano.

Alimento	Ca g/kg	Ca %
Heno	3.18	0.32
Ensilaje	2.71	0.27
Concentrado	6.22	0.62
Promedio		0.383

Fuente: Western Hemisphere Analytical Laboratory, la Ceiba, Honduras.

3.4 pH EN LAS HECES

El pH en el estiércol antes del parto osciló entre 6.3-7.0 con un promedio de 6.6 es decir que se encontraba en el rango adecuado. La incidencia de acidosis ruminal fue nula por lo cual no se pudo evaluar el uso del pH como indicador de acidosis clínica. Después de parto el pH osciló entre 5.1-6.9 con promedio de 6.3. Se observó una disminución del pH que atribuye a dos factores:

a) En las vacas pre parto hay un proceso de cambio de la flora ruminal de la dieta pobre en carbohidratos solubles que reciben las vacas secas, a la dieta rica que reciben pos parto (Bach 2002)

b) Incremento en el consumo de concentrado en el pos parto.

3.5 TEMPERATURA RECTAL

Para la determinación de infecciones uterinas se dispuso de 40 vacas a las que se les midió la temperatura rectal diariamente los primeros 10 días pos parto. Para el análisis se agruparon en mediciones realizadas del día 1 al 5 y del 1 al 10 (Cuadro 6). Se presentaron nueve vacas con infecciones uterinas de las cuales el 89 % presentó temperatura alta, es decir mayor a 39.5 °C, el 11 % de las vacas enfermas no presentó temperatura alta (Cuadro 7). Por lo tanto la temperatura rectal en los primeros 10 días pos parto es un buen indicador de infecciones uterinas. El promedio de la temperatura fue de 39.0 °C, el cual esta en el rango de temperatura normal.

Cuadro 6. Temperatura en los primeros 10 días pos parto

Temperatura	Días pos parto (%)	
	1 a 5	1 a 10
Alta (>39.5°C)	60	70
Normal (<39.5°C)	40	30

Cuadro 7. Temperatura en vacas con y sin infección uterina en los días 1 a 5 y 1 a 10 pos parto.

Diagnóstico	Días pos parto (%)	
	1 a 5	1 a 10
Con infección uterina		
Con temperatura alta	89	89
Sin temperatura alta	11	11
Sin infección uterina		
Más de un día de temperatura alta	23	32
Un día de temperatura alta	29	32
Sin temperatura alta	48	35

4. CONCLUSIONES

El pH en orina y estiércol no sirven como indicadores de hipocalcemia y acidosis ruminal bajo condiciones de Zamorano.

En Zamorano los desordenes metabólicos típicos de las dietas altas en cationes como hipocalcemia, retención de placenta y otros problemas relacionados con los bajos niveles de Ca a nivel sanguíneo son menores.

Las temperaturas rectales altas ($>40^{\circ}\text{C}$) los primeros 10 días pos parto son un indicador temprano de infecciones uterinas.

5. RECOMENDACIONES

Considerar el uso de las sales aniónicas para poder formular un concentrado con más subproductos y similar al concentrado que reciben las vacas pos parto.

Realizar un estudio similar en lecherías que tengan alta incidencia de hipocalcemia y acidosis ruminal.

6. BIBLIOGRAFÍA

Bach, A. 2002. Trastornos ruminales en el vacuno lechero: un enfoque práctico (*en línea*). Consultado el 28 de Julio del 2005. Disponible en http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/2002CAP_VII.pdf

Beede, A.; Tucker, E. 1991. Importancia de las sales catiónicas-aniónicas en la alimentación de las vacas lecheras (*en línea*). Consultado el 17 de febrero del 2005. Disponible en: <http://www.ecampo.com/sections/news/display.php>

De Blas, C.; García, P. 1997. Utilización de sales aniónicas en dietas para vacas secas. Revista de nutrición y alimentación animal. PG 32-40.

De Luca, L.J. 2000. La Vaca Seca Importancia del período de transición en la salud post-parto de las vacas de alta producción (*en línea*). Consultado el 17 de febrero del 2005. Disponible en:
www.engormix.com/articulo_vaca_seca_importancia_forumsview5515.htm

Gingins, M. 2004. Enfermedades en el feed lot (*en línea*). Consultado el 28 de Julio del 2005. Disponible en:
<http://www.agroconnection.com.ar/secciones/ganaderia/invernada/S021A00101.htm>

Heinrichs, A.J. 1996. Feeding and managing dry cows (*en línea*). Consultado 26 de Febrero del 2005. Disponible en <http://www.nutricionanimal.net>

Holmes, T.; Gonzáles, M.; Moura, A.; Mujica, C. 2001. Metabolismo del calcio en vacas recién paridas y sus implicaciones sobre la salud y producción en los rebaños lecheros. Departamento de ciencias animales de la universidad católica de Chile. 24 p.

Lagos, M. 2004. Relación entre el pH del licor ruminal y el pH de las heces en ganado lechero con tres niveles de suplementación. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. Tesis Ing. Agr. 21 p.

Mogln, L. 1981. Balance catión-anión en vacas pre parto. Revista de nutrición y alimentación animal. 22 p.

Richard, M. 2002. Asesoría para la producción láctea. Consultado el 23 de Julio del 2005. Disponible en: <http://www.exopol.com>

Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). 2002. Statistics System software for Sony 2002. Computer version for Windows 98/Me/NT/2000 & XP.

Vélez, M.; Hincapié, J.J.; Matamoros, I.; Santillán, R. 2002. Producción de ganado lechero en el trópico. 4 ed. Zamorano Academic press. Zamorano, Honduras.

7. ANEXOS

Anexo 1. Peso atómico, valencia y mili equivalente de los iones, utilizados para el cálculo del BCAD en el concentrado.

Todos los valores son 100% en base seca.

Meq/100 g MS = % Ion dividido por el peso meq.

BCAD = mili equivalente (Na + K) - (Cl + S) /unidad de peso MS.

Na = 0.0292 g en 100 g de la ración en base seca (0.0292 %), dividido entre 0,023 meq/g (peso meq. del sodio Na) = 1.270

K = 1.723 g en 100 g de la ración en base seca (1.723 %), dividido entre 0,039 meq/g (peso meq. del K) = 44.179

Cl = 0.15073 g en 100 g de la ración en base seca (0.15073 %), dividido entre 0,035 meq/g (peso meq. de Cl) = 4.246

S = 0.321 g en 100 g de la ración en base seca (0.321 %), dividido entre 0,016 meq/g (peso meq. del S) = 20.0625

BCAD = (Na + K) - (Cl + S) = (1.270+ 44.179) - (4.246+20.0625) = 21.141

Anexo 2. Niveles normales y críticos en la patología habitual en vacuno lechero (% sobre animales en producción)

PATOLOGIA	Normal	Nivel de alerta
Fiebres de la leche	3	5
Cetosis	1	3
Edema de ubre	5	8
Retención de secundinas	12	16
Mamitis clínica	25	35
Metritis	8	12

Fuente: Diseño de programas de alimentación FEDNA, 1994.

Anexo 3. Contenido y mili equivalente de los iones, utilizados para el cálculo del BCAD en los componentes de la dieta de vacas en transición.

Ion	Contenido %	Milieg. (g)	BCAD meq/100g
Concentrado			
Na	0.0292	0.023	1.27
K	1.723	0.039	44.179
Cl	0.15073	0.035	4.246
S	0.321	0.016	200.625
BCAD*			21.141
Ensilaje de maíz			
Na	0.0202	0.023	0.878
K	1.436	0.039	36.821
Cl	0.08164	0.035	2.3
S	0.109	0.016	68.125
BCAD			28.587
Heno transvala			
Na	0.0516	0.023	2.243
K	1.93	0.039	49.487
Cl	0.20682	0.035	5.826
S	0.302	0.016	18.875
BCAD			27.03

* Balance de catión y anión en la dieta